

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>

B 21 B 37/00

識別記号

1 3 2 B  
B B M

庁内整理番号

8414-4E

④公開 平成3年(1991)4月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑤4発明の名称 熱延鋼板の冷却制御方法

②1特 願 平1-226626

②2出 願 平1(1989)8月31日

⑦2発 明 者 大 友 朗 紀 兵庫県神戸市西区春日台9-2-33  
 ⑦2発 明 者 安 永 繁 信 兵庫県神戸市東灘区北青木2-10-2  
 ⑦1出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号  
 ⑦4代 理 人 弁理士 金 丸 章 一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

熱延鋼板の冷却制御方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 板厚、通板速度、熱間粗圧延温度、熱間仕上圧延温度および巻取り温度等のサンプリング情報に基づいて、熱間仕上圧延機と巻取り機との間に設けられている冷却装置の注水すべき制御単位をオン・オフ制御して熱延鋼板を冷却制御する方法において、①：実測された熱間粗圧延後の鋼板温度から予測される熱間仕上圧延後の鋼板長手方向の温度勾配、②：加減速率等の仕上圧延条件から予測される熱間仕上圧延後の鋼板長手方向の温度勾配、③：熱間仕上圧延速度変化による冷却時間変化に伴い予測される鋼板長手方向の温度勾配の内、少なくとも一つの鋼板長手方向の温度勾配( $\Delta T_0 / \Delta x$ )を元に、下記(1)式を満たす鋼板圧延方向の温度制御長さ( $L_x$ )をサンプリング周期として熱延鋼板を冷却制御することを特徴とする熱延鋼板の冷却制御方法。

$$\Delta T_0 \geq L_x \times \Delta T_0 / \Delta x \quad \text{--- (1)}$$

但し、 $\Delta T_0$ ：鋼板の温度制御精度

(2) 鋼板圧延方向の温度制御長さ( $L_x$ )を冷却装置の最も短い制御単位の整数倍の長さ値にしたことを特徴とする第1請求項に記載の熱延鋼板の冷却制御方法。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、熱間仕上圧延機と巻取り機との間に設けられている冷却装置による熱延鋼板の冷却制御方法に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、熱間圧延工程において、仕上圧延後の熱延鋼板は、熱間仕上圧延機と巻取り機との間に設けられている冷却装置により冷却制御されて巻取り機に巻取られている。この冷却制御は、例えば板厚、通板速度、熱間粗圧延温度、熱間仕上圧延温度および巻取り温度等のサンプリングされた情報を計算機に入力すると共に、その演算結果に基づいて、冷却される熱延鋼板の材質面を考慮して

最適な冷却速度になるように冷却装置からの冷却水の注水量を制御して行われている。そして、このような熱延鋼板の冷却制御を精度よく行うため、一般に、鋼板温度変化の最大なものを想定して、前記板厚、通板速度、熱間粗圧延温度、熱間仕上圧延温度および巻取り温度等のサンプリングが、一定の時間または一定の距離ごとに周期的に実施されている。(例えば、特公昭58-15202号公報、特開昭58-221606号公報)

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、近年は、熱延鋼板の材質面の要求から、冷却装置の冷却能力の範囲が拡大されると共に、温度制御精度の向上のため、冷却装置の注水制御単位が細分化され、しかも鋼板の冷却制御単位長さも短くなっている。このため、上述した特公昭58-15202号公報、特開昭58-221606号公報に述べられているような、鋼板温度変化の最大なものを想定した一定時間または一定距離ごとのサンプリング周期では、不必要なサンプリングを行って計算機の負荷を増大(過剰な計算等)させた

変化による冷却時間変化に伴い予測される鋼板長手方向の温度勾配の内、少なくとも一つの鋼板長手方向の温度勾配( $\Delta T_x / \Delta x$ )を元に、下記(1)式を満たす鋼板圧延方向の温度制御長さ( $L_x$ )をサンプリング周期として熱延鋼板を冷却制御するものである。

$$\Delta T_0 \geq L_x \times \Delta T_x / \Delta x \quad \text{--- (1)}$$

但し、 $\Delta T_0$  : 鋼板の温度制御精度

そして、(1)式を満たす鋼板圧延方向の温度制御長さ( $L_x$ )を、冷却装置の最も短い制御単位の整数倍の長さ値にするとよい。

〔作 用〕

本発明は、鋼板長手方向の温度勾配( $\Delta T_x / \Delta x$ )と鋼板の温度制御精度( $\pm \Delta T_0$ )とを元に鋼板圧延方向の温度制御長さ( $L_x$ )を求め、この長さをサンプリング周期とするものであるから、不必要なサンプリングを行うことがなく、従って、計算機の負荷の増大を防止することができ、且つ鋼板の温度制御精度を充分確保することができる。

り、鋼板の温度制御精度を充分確保できないサンプリング周期で冷却制御したりしている問題が生じた。

本発明は、上記の事情に鑑み、計算機の負荷を増大させることなく、且つ鋼板の温度制御精度を充分確保したサンプリング周期でもって、熱間圧延工程における熱延鋼板の冷却制御方法を提供することを目的とするものである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明に係わる熱延鋼板の冷却制御方法は、板厚、通板速度、熱間粗圧延温度、熱間仕上圧延温度および巻取り温度等のサンプリング情報に基づいて、熱間仕上圧延機と巻取り機との間に設けられている冷却装置の注水すべき制御単位をオン・オフ制御して熱延鋼板を冷却制御する方法において、①：実測された熱間粗圧延後の鋼板温度から予測される熱間仕上圧延後の鋼板長手方向の温度勾配、②：加減速率等の仕上圧延条件から予測される熱間仕上圧延後の鋼板長手方向の温度勾配、③：熱間仕上圧延速度

鋼板長手方向の温度勾配( $\Delta T_x / \Delta x$ )は、次に説明する如くして求められる。

実測された熱間粗圧延後の鋼板温度から予測される熱間仕上圧延後の鋼板長手方向の温度勾配( $\Delta T_x / \Delta x$ )は、第7図に示すような粗圧延完了後のラフバーの温度を計測することにより、最大の温度勾配( $\Delta T_y / \Delta y$ )を求めると共に、計測されたラフバー厚さ( $H_y$ )、鋼板仕上げ厚さ( $H_x$ )を元に、下記(2)式により求められる。

$$\Delta T_x / \Delta x = K \cdot \Delta T_y / \Delta y \cdot H_y / H_x \quad \text{--- (2)}$$

但し、 $K$  : 補正係数(通常、約0.8である。)

加減速率等の仕上圧延条件から予測される熱間仕上圧延後の鋼板長手方向の温度勾配( $\Delta T_x / \Delta x$ )は、計測された加速率または減速率、ラフバー温度、仕上温度により、例えば、第8図に示したラフバー温度が一定とした時の仕上圧延の加速率に伴う仕上温度の変化のグラフ図から理解できるように、加速率の関数として求められる。

熱間仕上圧延速度変化による冷却時間変化に伴

い予測される鋼板長手方向の温度勾配 ( $\Delta T_s / \Delta x$ ) は、計測された加速率または減速率、仕上温度により、仕上圧延の加速率または減速率に伴う鋼板の速度変化から冷却時間の変化を求め、この冷却時間の変化の間の、鋼板の移動距離  $\Delta x$  と温度変化量の差  $\Delta T_s$  より求められる。

このようにして求められた  $\Delta T_s / \Delta x \sim \Delta T_s / \Delta x$  に基づき、例えば、下記(3)式から鋼板長手方向の温度勾配 ( $\Delta T_s / \Delta x$ ) を求め、

$$\Delta T_s / \Delta x = \sum_{i=1}^3 \Delta T_i / \Delta x \quad \text{---(3)}$$

この鋼板長手方向の温度勾配 ( $\Delta T_s / \Delta x$ ) と、鋼板に求められた温度制御精度 ( $\pm \Delta T_s$ ) とを元に前記(1)式を満たす鋼板圧延方向の温度制御長さ ( $L_x$ ) を求め、この長さをサンプリング周期とすればよい。

さらに、上記で求めた温度制御長さ ( $L_x$ ) を、この温度制御長さ ( $L_x$ ) 以内で冷却装置の最も短い制御単位長さ ( $L_u$ ) の整数倍の長さ値にしておくと、注水の際のオン・オフ制御がし易くなる。

板 1 は冷却装置 3 により、例えば第 2 図に示すような冷却パターンで、熱間仕上圧延機 2 の出側鋼板温度 FDT から材質をつくり込む上で要求される冷却速度 CR でもって巻取り温度 CT が得られるように冷却制御される。ところで、最近はこのような材質面から要求される冷却速度 CR および巻取り温度 CT は従来と比べて範囲が拡大し、例えば、熱延鋼板 1 の板厚 4mm 相当で、冷却速度 CR は 10 ~ 100 °C/sec、巻取り温度 CT は 200 ~ 600 °C となっている。

このような状況の下で、設備的には水量密度が膨大となっており、これに対応させるため、給水面では第 1 図に示すような冷却装置 3 としてヘッドタンク 8 を使用する方式が採用され、また冷却制御部においては注水制御単位が細分化され、1 個乃至数個のノズルヘッド 15 を 1 グループとして開閉バルブ 16 を設け注水制御単位としている。

第 3 図は上記注水制御単位を複数個集め、上グループ U1 ~ U7 および下グループ L1 ~ L7 の各々 7 グループづつを例示する図で、S1 ~ S13 は熱間仕上

〔実施例〕

以下、本発明を実施例により説明する。

第 1 図は本発明の熱延鋼板の冷却制御方法に係わる熱間仕上圧延機の出側設備を中心とした概略図である。図において、1 は熱延鋼板、2 は熱間仕上圧延機、3 は冷却装置、4 はテーブルローラ、5 は巻取り機、6 は熱間仕上圧延機 2 の出側に設けられた温度計、7 は巻取り機 5 の直前に設けられた温度計を示す。また同図において、8 はヘッドタンク、9 は貯水ビット、10 は給水ポンプ、11 は主給水配管、12 はヘッドタンク 8 からの溢流水を流す排水管、13 はスルースピット、14 は冷却水戻り配管、15 はノズルヘッド、16 は注水制御単位ごとに設けられた開閉バルブ、17 は流量計、18 は支管、19 は主管、20 はバルブを示し、これらによって冷却装置 3 が構成されている。

熱延鋼板 1 は、図外の熱間圧延機により圧延され、最終的には熱間仕上圧延機 2 により所定寸法に圧延される。この後、テーブルローラ 4 上を通板し、巻取り機 5 に巻取られる。この間、熱延鋼

板 1 は冷却装置 3 により、例えば第 2 図に示すような冷却パターンで、熱間仕上圧延機 2 の出側鋼板温度 FDT から材質をつくり込む上で要求される冷却速度 CR でもって巻取り温度 CT が得られるように冷却制御される。ところで、最近はこのような材質面から要求される冷却速度 CR および巻取り温度 CT は従来と比べて範囲が拡大し、例えば、熱延鋼板 1 の板厚 4mm 相当で、冷却速度 CR は 10 ~ 100 °C/sec、巻取り温度 CT は 200 ~ 600 °C となっている。

第 4 図は本発明の熱延鋼板の冷却制御方法に係わる制御系ブロック図であって、図において、初期情報とは、鋼種、板厚、通板速度、予測熱間仕上圧延温度、注水パターン、目標巻取り温度等の初期情報を意味する。初期設定は、前記初期情報および後記する学習制御により得られた情報等に基づき、各グループ単位毎の注水すべき制御単位を決定し、注水指令を出す。ダイナミック制御は、実測されてくる板厚、通板速度および熱間仕上圧延温度の情報と、後記する学習制御により得ら

れた情報に基づき、注水すべき制御単位をオン・オフ制御する。学習制御は、目標巻取り温度と実測巻取り温度との誤差が生じた時、実測熱間仕上圧延温度、実測巻取り温度および注水実績に基づき、計算セクションを元にした鋼板温度予測に当たって補正する。フィードバック制御は、目標巻取り温度と実測巻取り温度との誤差が生じた時、巻取り機 5 に近い方の注水制御単位の一部を、計算セクションを元にした鋼板温度予測にて注水する制御単位とは独立にオン・オフ制御する。実績値収集は、初期情報の他、鋼板の温度、学習係数等を収集貯蔵する。

上述の熱延鋼板の冷却制御方法に係わる制御系を元に、熱間圧延仕上温度約 850℃の厚さ 2mm の鋼板（コイル長さ約 710m）を、通板速度条件：初期 610m/min、加速度  $0.1\text{m/s}^2$  で、巻取り温度 550℃、温度制御精度  $\pm 10^\circ\text{C}$  を目標に、且つ上記(1)式より求められた鋼板圧延方向の温度制御長さ 4.92m で冷却制御を行ったところ、鋼板の先端からの冷却状態は第 5 図に示すような結果であった。ま

ターンの例図、第 3 図は本発明に係わる冷却制御方法を説明するための説明図、第 4 図は本発明の熱延鋼板の冷却制御方法に係わる制御系ブロック図、第 5 図は本発明の熱延鋼板の冷却制御方法による冷却制御状態図、第 6 図は従来の熱延鋼板の冷却制御方法による冷却制御状態図、第 7 図は粗圧延完了後のラフバー温度の実測グラフ図、第 8 図はラフバー温度が一定とした時の仕上圧延の加速率に伴う仕上温度の変化のグラフ図である。

- |          |           |
|----------|-----------|
| 1 熱延鋼板   | 2 熱間仕上圧延機 |
| 3 冷却装置   | 4 テーブルローラ |
| 5 巻取り機、  | 6, 7 温度計  |
| 8 ヘッドタンク | 15 ノズルヘッド |
| 16 開閉バルブ | 17 流量計    |
| 18 支管    | 19 主管     |
| 20 バルブ   |           |

FDT 熱間仕上圧延機の出側鋼板温度

CR 冷却速度 CT 巻取り温度

CTN 冷却途中の温度

U1~U7 上グループ単位

た比較のため、ほぼ同条件で、且つ従来方式により求めた温度制御長さ 1.64m で冷却制御を行った結果を第 6 図に示す。

上記第 5 図および第 6 図から明らかなように、温度制御の面ではいずれも温度制御精度の  $\pm 10^\circ\text{C}$  の範囲内で制御されており良好であったが、計算機の負荷について調査してみると、従来法では平均約 45%、最大時 75% であった負荷が、本発明法では平均約 32%、最大時 48% と大きく改善されていた。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明に係わる熱延鋼板の冷却制御方法によれば、計算機の負荷を増大させることなく、且つ鋼板の温度制御精度を充分確保したサンプリング周期でもって、熱間圧延工程における熱延鋼板の冷却制御ができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の熱延鋼板の冷却制御方法に係わる熱間仕上圧延機の出側設備を中心とした概略図、第 2 図は鋼板の材質面から要求される冷却バ

L1~L7 下グループ単位

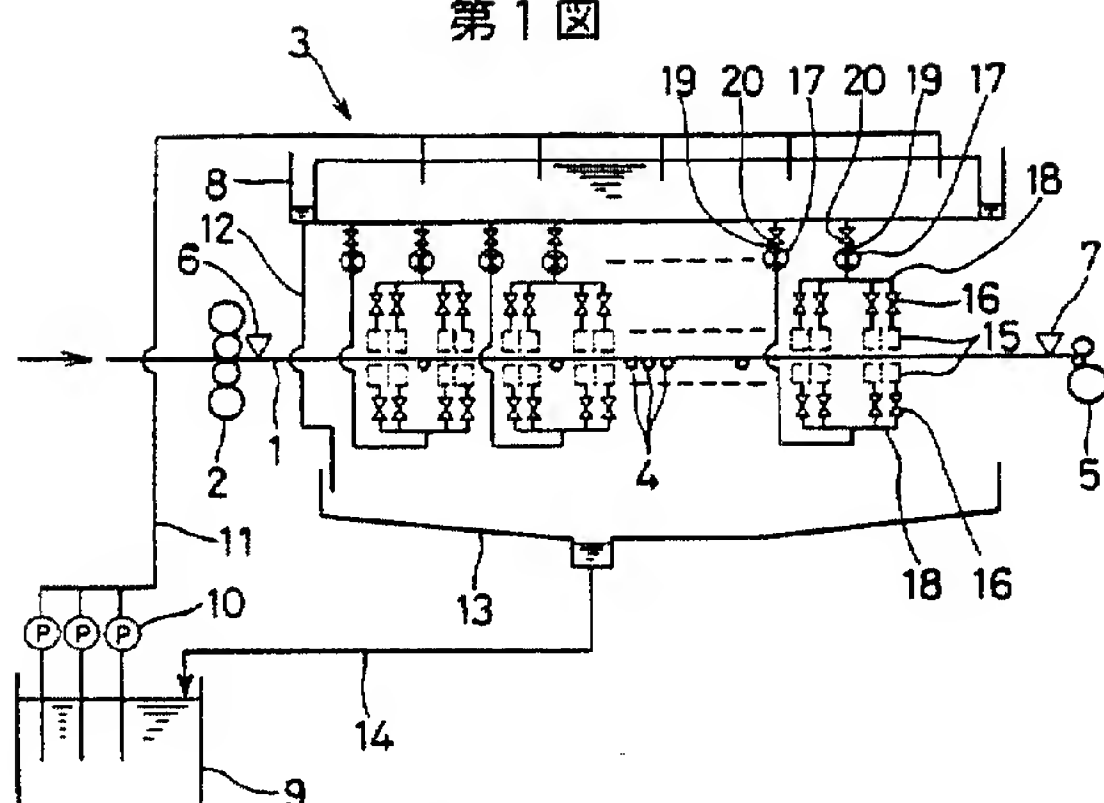
S1~ S13 計算セクション

特許出願人 株式会社神戸製鋼所

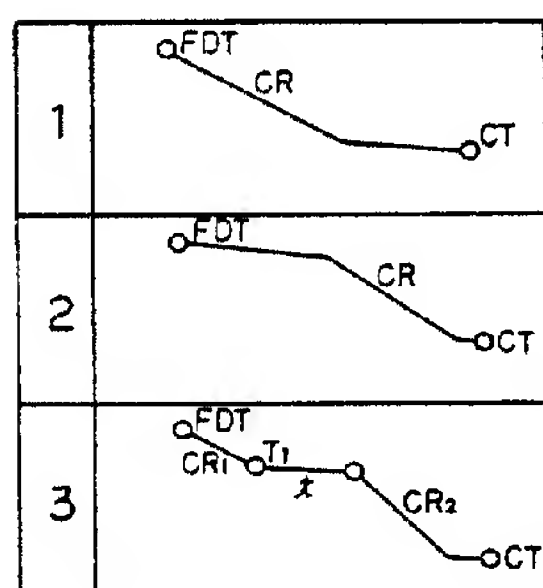
代理人 弁理士 金 丸 章 一



第1図

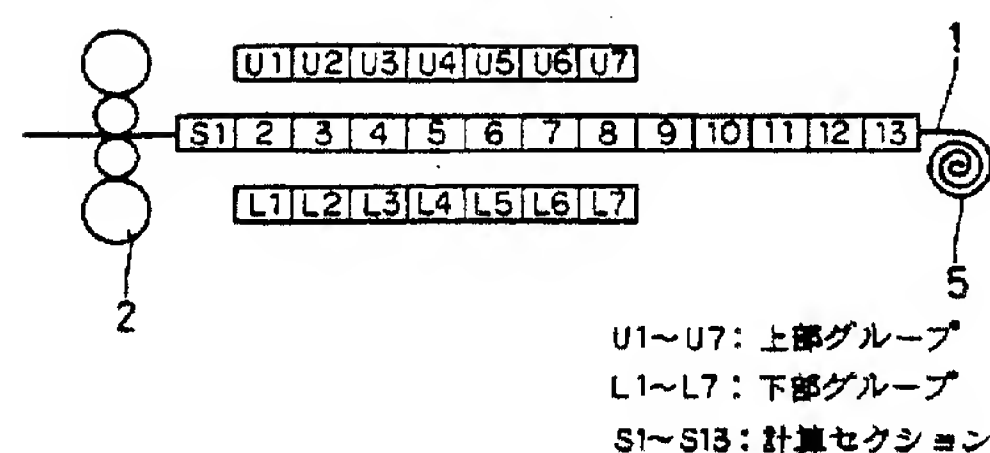


第2図

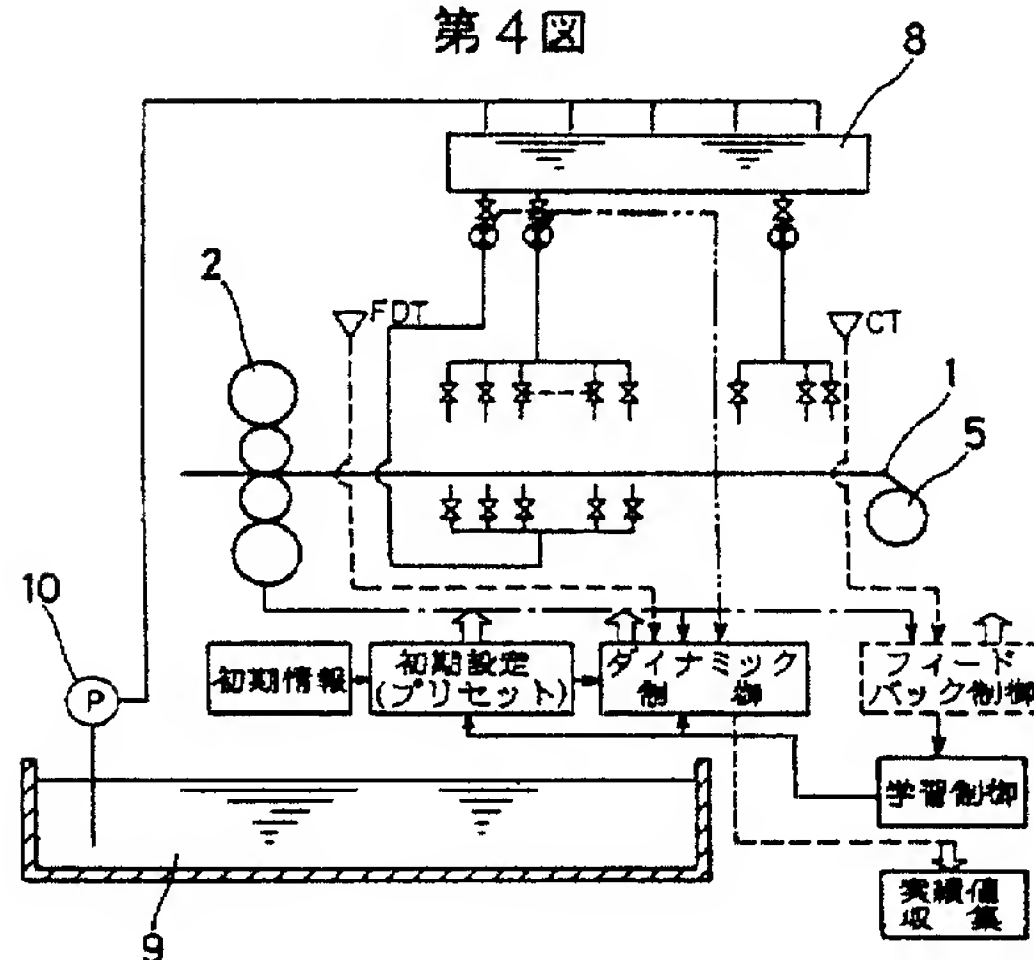


FDT: 鋼板仕上温度  
CR, CR<sub>1</sub>, CR<sub>2</sub>: 冷却速度  
CT: 鋼板巻取温度  
T<sub>1</sub>: 中間温度  
x: 時間

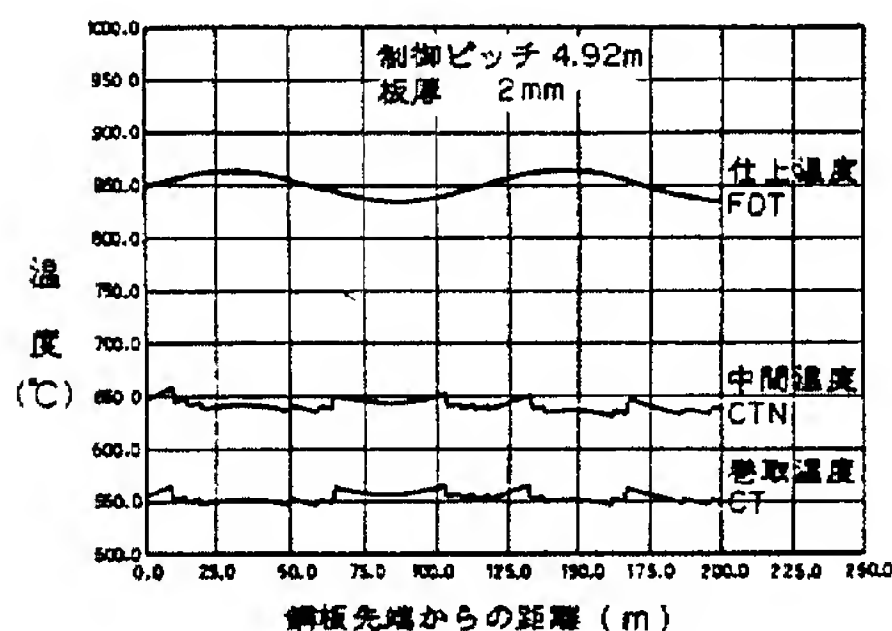
第3図



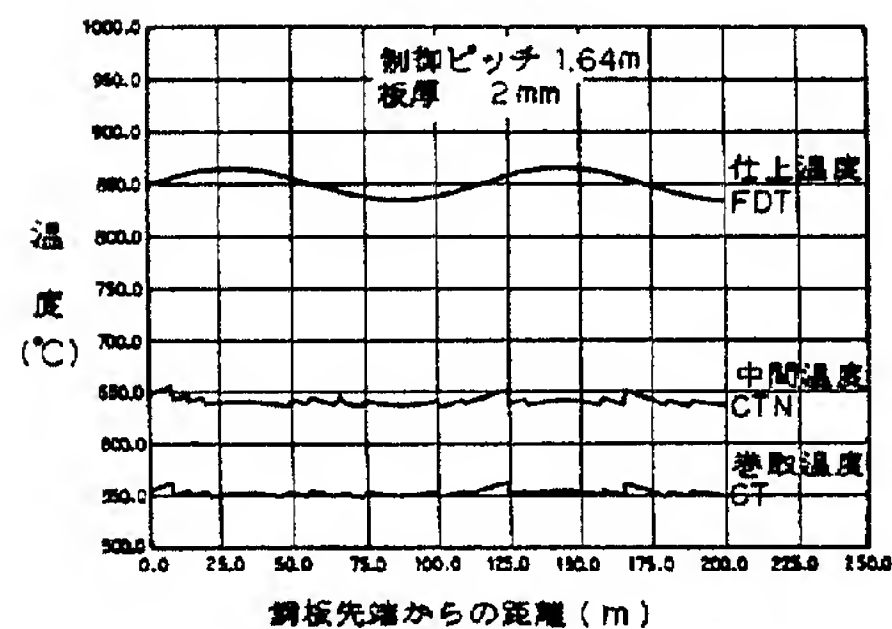
第4図



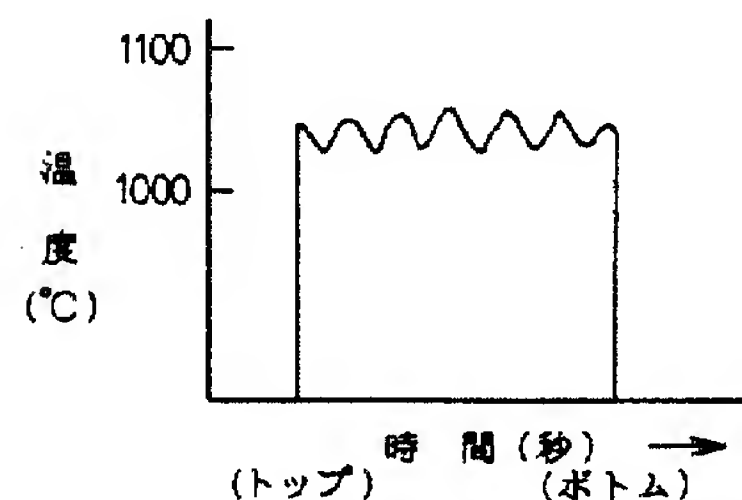
第5図



第6図



第7図



第8図

